

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-048200

(43)Date of publication of application : 26.02.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 03-229648

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 16.08.1991

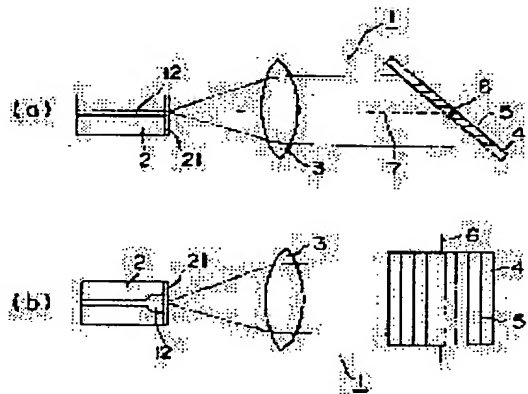
(72)Inventor : SANO KIYOHICO
NAKAYAMA HARUO
OKAMOTO HIROSHI

(54) OUTSIDE RESONATOR TYPE VARIABLE WAVELENGTH SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an outside resonator type variable wavelength semiconductor laser device which changes wavelength in a short time and, what is more, with high accuracy.

CONSTITUTION: The title device comprises a Fabry-Perot resonator type semiconductor laser device 2 one end of whose lamination in its cross section is coated with a non-reflecting film (AR coating), a lens 3 and a diffraction grating 4. Furthermore, the Fabry-Perot resonator laser device 2 is laid out so that it may resonate with the diffraction grating 4 by way of the lens 3. The Fabry-Perot resonator semiconductor laser device 2 is fixed in its thickness and provided with an active layer 12 whose shape is taper-opened from an equalized strip width to the laminated layer cross section from the other side. Moreover, it is laid out so that the p-n junction side of the Fabry-Perot resonator type semiconductor laser device 2 may be placed in parallel to a grating axis 5 of the diffraction grating.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

- decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-48200

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl.⁵

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

9170-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-229648

(22)出願日 平成3年(1991)8月16日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 佐野 清彦

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 中山 晴雄

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 岡本 紘

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

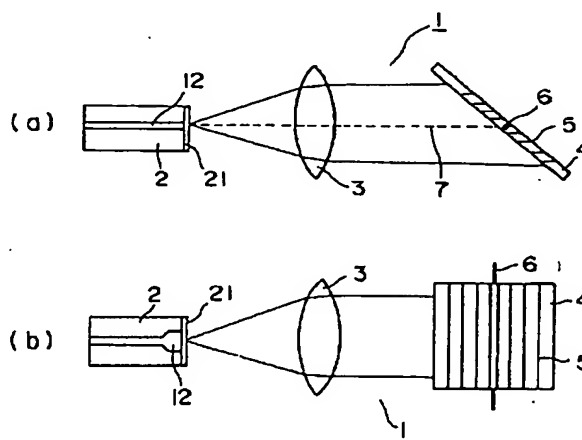
河電気工業株式会社内

(54)【発明の名称】 外部共振器型波長可変半導体レーザ装置

(57)【要約】

【目的】 短時間で、且つ精度良く波長変化が行える外部共振器型波長可変半導体レーザ装置を提供する。

【構成】 積層断面の一端が無反射コーティング(ARコーティング)されたファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2と、レンズ3と、回折格子4とから構成され、且つファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2がレンズ3を介して回折格子4と共振するように配置されて成る外部共振器型波長可変半導体レーザ装置1において、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2は、膜厚が一定で、且つ他面から積層断面に向かって均一なストライプ幅からテーパー状に開口した形状の活性層12を備え、しかもファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2のp-n接合面と回折格子4の格子軸5とが平行になるように配置されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 積層断面の一端が無反射コーティング

(ARコーティング) されたファブリペロー共振器型半
 導体レーザ素子と、レンズと、回折格子とから構成さ
 れ、且つ該ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子が
 前記レンズを介して前記回折格子と共振しうるように配
 置されて成る外部共振器型波長可変半導体レーザ装置に
 おいて、前記ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子
 は、膜厚が一定で、且つ他面から前記積層断面に向かっ
 て均一なストライプ幅からテーパー状に開口した形状の
 活性層を備え、しかも前記ファブリペロー共振器型半導
 体レーザ素子の p-n 接合面と前記回折格子の格子軸と
 が平行になるように配置されていることを特徴とする外
 部共振器型波長可変半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記回折格子の格子軸と回転軸とが平行
 で、且つ該回転軸が前記ファブリペロー共振器型半導
 体レーザ素子の p-n 接合面と同一平面上に位置するこ
 とを特徴とする請求項 1 記載の外部共振器型波長可変半
 導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記活性層が量子井戸構造で、且つ均一
 なストライプ幅が 1~5 マイクロメートル、テーパー状
 の開口幅が 10~100 マイクロメートル、しかも長手
 方向 (共振器長) の長さが 200~2000 マイクロメ
 ートルであることを特徴とする請求項 1、又は 2 記載の
 外部共振器型波長可変半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、コヒーレント多重通信
 を行う光通信分野に用いられ、広帯域の波長変化が可能
 な外部共振器型波長可変半導体レーザ装置に関するもの
 である。

【0002】

【従来技術】 光通信分野では光 CATV 等のコヒーレン
 ト多重通信の要求が高い。このような分野で用いられる
 光源としては、広い波長可変幅を有し、且つ発振スペク
 トルが単一で、しかもスペクトル半値幅が狭いことが要
 求される。このような要求に合致した半導体レーザ装置
 としては、回折格子を用いた外部共振器型波長可変半導
 体レーザ装置が一般的である。

【0003】 先に提案されている外部共振器型波長可変
 半導体レーザ装置 29 を図 6 に示すと、積層断面の一端
 に無反射コーティング (ARコーティング: アンチ、リ
 フレクティブ、コーティング) が施されて無反射コーテ
 イング膜 26 が形成されたファブリペロー共振器型半導
 体レーザ素子 23 と、このファブリペロー共振器型半導
 体レーザ素子 23 とは別に設けられたレンズ 24 と、回
 転軸 27 を中心に回転自在な回折格子 25 とから構成さ
 れ、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子 23 から
 の出射光をレンズ 24 を用いて平行にすると共に、この
 光を回折格子 25 を用いて共振させ、さらに回折格子 2

5 の回転角を変えて波長を変化させるものである。尚、
 28 は回折格子 25 の格子軸である。

【0004】 また、この波長変化は精度良く、しかもス
 ピーディに行う必要があるため、回折格子 25 の回転
 軸 27 や格子軸 28 の煽り角の微調にステッピングモー
 ターやピエゾ素子が用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年、MQ
 W (多重量子井戸) 等の半導体レーザ素子の研究によっ
 て、外部共振器型波長可変半導体レーザ装置の波長可変
 幅が大幅に改善され、100~250 ナノメートル幅で
 波長変化が可能になっている。しかし、このように波長
 可変幅が増大すると、回折格子 25 の煽り角の微小なず
 れ等によって生じる光路のずれが波長可変幅の中心部分
 を除いて大きくなるので、回折格子 25 からの反射光が
 ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子 23 の出射点
 (活性層 30) に戻らない確率が高くなり、その結果、
 光路調整に手間がかかると共に、回折格子 25 を自動制
 御するアルゴリズムが用いられなくなってしまう。

【0006】

【発明の目的】 本発明は前記問題点に鑑みなされたもの
 でその目的とするところは、短時間で、且つ精度良く波
 長変化が行える外部共振器型波長可変半導体レーザ装置
 を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するた
 めの本発明の構成は、積層断面の一端が無反射コーテ
 イング (ARコーティング) されたファブリペロー共振器型
 半導体レーザ素子と、レンズと、回折格子とから構成さ
 れ、且つ該ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子が
 前記レンズを介して前記回折格子と共振しうるように配
 置されて成る外部共振器型波長可変半導体レーザ装置に
 おいて、前記ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子
 は、膜厚が一定で、且つ他面から前記積層断面に向かっ
 て均一なストライプ幅からテーパー状に開口した形状、
 又は、テーパー状に開口した後、再び均一のストライプ
 幅に戻る形状の活性層を備え、しかも前記ファブリペ
 ロー共振器型半導体レーザ素子の p-n 接合面と前記回折
 格子の格子軸とが平行になるように配置されていること
 を特徴とする。

【0008】

【作用】 本発明は図 1 (a), (b) に示すように、積層断
 面の一端が無反射コーティング (ARコーティング) され
 たファブリペロー共振器型半導体レーザ素子 2 の活性層
 12 が、膜厚は一定で、且つ他面から無反射コーティ
 グ面に向かって均一なストライプ幅からテーパー状に開
 口した形状、又はテーパー状に開口した後、再び均一の
 ストライプ幅に戻る形状で形成され、しかもファブリペ
 ロー共振器型半導体レーザ素子 2 の p-n 接合面と回折
 格子 4 の格子軸 5 とが平行になるように配置されている

ので、大幅に波長を変化させた場合に仮に光路にずれが生じて、回折格子4からファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の活性層12に何らかの戻り光が存在するため、光路調整に要する時間を著しく短縮することが可能となる。さらに、回折格子4の格子軸5と回転軸6とを平行に、且つ回転軸6を活性層12のp-n接合面と同一平面上に位置させる(図1においては点線で示している。)ことにより、より精度良く、しかも短時間で光路調整を行うことが可能となる。

【0009】

【実施例】本発明の一実施例を図1を用いて詳細に説明する。

【0010】図1(a)は本発明の外部共振器型波長可変半導体レーザ装置1を示す正面図、図1(b)はその平面図で、この外部共振器型波長可変半導体レーザ装置1は、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2と、コリメートレンズ3と、回折格子4とで構成されており、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2からの発振光をコリメートレンズ3を用いて平行にすると共に、この光を回折格子4で共振させ、さらに回折格子4の回転角を変えて波長を変化させるものである。

【0011】図1(a)に示すように、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2のp-n接合面(本発明では、後述するファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の活性層12のストライプ方向(積層方向に対して垂直)に対して平行に形成された面をいう。以下同じ。)と回折格子4の格子軸5とが平行に配置されており、さらに、本実施例では回折格子4の回転軸6とp-n接合面とが点線7で示すように同一平面上に位置し、且つ図1(b)に示すように、回折格子4の格子軸5と回転軸6とが平行に形成されている。

【0012】ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2は図2に示すように、n型のInPから成る半導体基板8と、n型のInPから成るクラッド層9と、禁制帯幅が階段状に変化するノンドープのGaInAsPから成る光閉じ込め層11(例えば、バンドギャップ波長に換算して、1.3、1.2、1.1、1.05マイクロメートル;厚さはそれぞれ300オングストローム)と、活性層12と、禁制帯幅が階段状に変化するノンドープのGaInAsPから成る光閉じ込め層10(例えば、バンドギャップ波長に換算して、1.3、1.2、1.1、1.05マイクロメートル;厚さはそれぞれ300オングストローム)と、p型のInPから成るクラッド層13、14と、p型のGaInAsPから成るコンタクト層15と、p型のInP、およびn型のInPから成る埋め込み層16、17とで構成されている。

【0013】活性層12は図3に拡大図示するように、ノンドープのGaInAsから成る量子井戸層18(例えば、バンドギャップ波長1.67マイクロメートル;厚さ90オングストローム)と、ノンドープのGaIn

AsPから成る障壁層19、20(例えば、バンドギャップ波長1.3マイクロメートル;厚さ150オングストローム)とで構成された量子井戸構造で、量子井戸層18は障壁層19に囲まれた状態で設けられている。このように、量子井戸構造にすることにより波長可変幅を広くすることが可能となるので有益である。

【0014】尚、ここでいう量子井戸構造とは、例えば「岡本紘著、フォトリソシリーズ4、超格子構造の光物性と応用、第4章(昭和62年10月コロナ社発行)」等に記載されているキャリアと光の閉じ込めを行うための単独、もしくは複数の厚さ20ナノメートル以下の量子井戸層と、それを囲む障壁層から成る半導体の層状構造をいう。また、発振波長の広帯域化のためには、超格子の空間的量子サイズ効果によって生じるキャリアの量子準位間の複数の遷移が可能であるような量子井戸構造であることが望ましい。また、量子井戸構造の他の具体例としては、1.3、1.6マイクロメートル帯のInGaAs、InGaAsP-InP系、あるいはInGaAs-AlInAs系、又は、0.9マイクロメートル帯のGaAs-AlGaAs系、および可視光領域のAlGaAs、GaInPAs、およびAlGaInP系等が適用可能である。

【0015】ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の一端面(AR端面)には無反射コーティングが施されて、例えばシリコン窒化膜、又は、シリコン酸化膜等より成る無反射コーティング膜21が形成されており、さらに活性層12は図4に示すように、この一端面に向かって均一なストライプ幅からテーパー状に開口した形状で形成されている。尚、本実施例の活性層12はテーパー状に開口した後、再び均一なストライプ幅に戻る形状で形成されている。

【0016】図4は活性層12を積層面上から見た図で、 $l_1 \sim l_5$ は活性層12のそれぞれの寸法を示している。 l_1 はテーパー状に開口した後の均一なストライプ幅(以下、テーパー状の開口幅という。以下同じ。)、 l_2 はテーパー状に開口した後の均一なストライプの長手方向の長さ、 l_3 はテーパー状に開口したテーパー部の長手方向の長さ、 l_4 は均一なストライプの長手方向の長さ、 l_5 は均一なストライプ幅を示しており、均一なストライプ幅($=l_5$)は1~5マイクロメートル、テーパー状の開口幅($=l_1$)は10~100マイクロメートル、活性層12の共振器長($=l_2+l_3+l_4$)は200~2000マイクロメートルに形成される。

【0017】一方、ストライプ幅($=l_5$)を1マイクロメートルよりも狭くするとエッチングの精度上、均一な特性が得にくくなり、また5マイクロメートルよりも大きくすると、出射光の横モードが単一にならなくなる。また、テーパー状の開口幅($=l_1$)を10マイクロメートルよりも狭くすると活性層12への戻り光が少なくなるので、光路調整時間の短縮効果が薄れてしまい、

100マイクロメートルよりも広くすると発振しきい値電流が著しく増大してしまう。さらに共振器長(= $l_2 + l_3 + l_4$)を200マイクロメートルよりも短く、あるいは2000マイクロメートルよりも長くすると、発振しきい値電流が著しく増大して発振駆動に支障をきたしてしまう。

【0018】次に、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の製造方法を説明する。

【0019】まず、n型のInPから成る半導体基板8上に、n型のInPから成るクラッド層9と、GaInAsPから成る光閉じ込め層11と、量子井戸構造の活性層12と、GaInAsPから成る光閉じ込め層10と、p型のInPから成るクラッド層13、14と、p型のGaInAsPから成るコンタクト層15とをMOCVD法(有機金属気相成長法)、MBE法(分子線気相成長法)等のエピタキシャル成長法により順次積層する。

【0020】次に、通常のリソグラフィと化学エッチングを用いて、テーパ状に活性層12の垂直メサを形成した後、コンタクト層15上にSiO₂膜を設け、しかる後、2回目のMOCVD法(有機金属気相成長法)等により埋め込み層16、17を選択成長する。

【0021】さらに、SiO₂膜、およびコンタクト層15を除去した後、平坦化のために3回目のMOCVD法(有機金属気相成長法)等で、クラッド層13、14、およびコンタクト層15を成長し、さらにコンタク

ト層15上、および半導体基板8の下面に図示しない電極を形成する。この電極を形成した後、予め予定していたファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の位置をスクラブして壁開し、ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の一端面に、N₂ガスとSiH₄ガスとの混合気体を用いると共に、プラズマCVD法(プラズマ気相成長法)等にてシリコン窒化膜から成る無反射コーティング膜21を形成する。尚このシリコン窒化膜の反射率は1%以下に設定されている。

【0022】このような製造方法で完成させたファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の光励起スペクトルは、1.40マイクロメートル、および1.54マイクロメートルでピーク値を持ち(これは、量子井戸構造によって発生したサブバンド間の2つの遷移を意味している)、キャリアーを高注入した時に両波長間で光強度が比較的高く、且つプラトーであるゲインスペクトルが得られるため、外部共振器型波長可変半導体レーザ装置1に用いた場合、160ナノメートル以上の長い波長範囲での単一波長発振が可能である。

【0023】以下、実際に本発明の外部共振器型波長可変半導体レーザ装置1を駆動させた時の発振しきい値と、光路調整に要した時間とを従来例1、および比較例1と共に表1に示す。

【0024】

表1

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	従来例 1
l_1 (μm)	14	78	152	2
l_2 (μm)	0	17	13	—
l_3 (μm)	18	50	100	—
l_4 (μm)	320	340	320	310
l_5 (μm)	2	2	2	2
I_{th} (mA)	32	38	250	33
t_1 (s)	4	3	—	25

【0025】尚、表1に示す $l_1 \sim l_5$ は前述した活性層12のそれぞれの寸法を示し、 I_{th} は波長1.50マイクロメートルで発振させた時の発振しきい値、 t_1 は所定の波長から所望の波長に変化させた際に要した光路調整時間である。

【0026】表1からも分かるように、完全に光路調整が行われた実施例1、2（本発明の外部共振器型半導体レーザ装置1）の場合は、従来例1とほぼ同一の I_{th} 値を示し、実際の使用時に不都合がないことが確認できた。尚、テーパ状の開口幅（ $=l_1$ ）を異常に大きく設定した比較例1では、非常に大きな I_{th} 値になってしまい、これは、導波路構造が異形になったことによる共振効率の低下によるものと考えられる。

【0027】さらに、手調整にて波長1.60マイクロメートルの発振状態から、1.40マイクロメートルに至までに要した時間を測定した結果、従来例1に比べて光路調整時間を著しく短縮できた。

【0028】本実施例の外部共振器型波長可変半導体レーザ装置1によれば、本装置を構成するファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の活性層12が、膜厚は一定で、且つ無反射コーティング面に向かって均一なストライプ幅からテーパ状に開口した形状、又は、テーパ状に開口した後また均一のストライプ幅に戻る形状で形成

され、しかもファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2のp-n接合面と回折格子4の格子軸5とが平行になるように配置されているので、大幅に波長を変化させた場合に仮に光路にずれが生じて、図5に示すように回折格子4からファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の活性層12に点線で示す何らかの戻り光22が存在するため、光路調整時間を著しく短縮することが可能となる。さらに、本実施例のように、回折格子4の格子軸5と回転軸6とを平行に、且つ回転軸6と活性層12のp-n接合面とを同一平面上に位置させておけば、より精度良く、光路調整を行うことができる。

【0029】

【発明の効果】本発明の外部共振器型波長可変半導体レーザ装置によれば、本装置を構成するファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2の活性層が、膜厚は一定で、且つ無反射コーティング面に向かって均一なストライプ幅からテーパ状に開口した形状で形成され、しかもファブリペロー共振器型半導体レーザ素子2のp-n接合面と回折格子の格子軸とが平行になるように配置されているので、短時間で、且つ精度良く波長変化が行える外部共振器型波長可変半導体レーザ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は本発明の一実施例を示す正面図である。

図1(b)は本発明の一実施例を示す平面図である。

【図2】本発明の要部拡大図である。

【図3】図2の要部拡大図である。

【図4】図2の要部拡大図である。

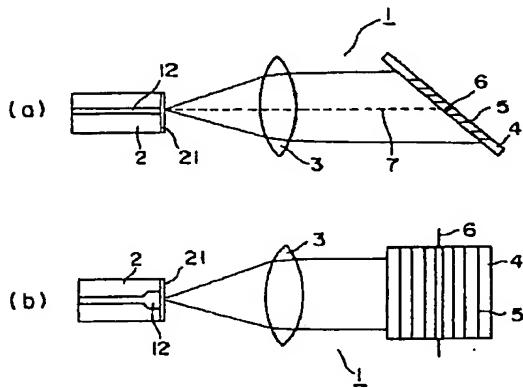
【図5】図5は本発明の説明図である。

【図6】従来例を示す平面図である。

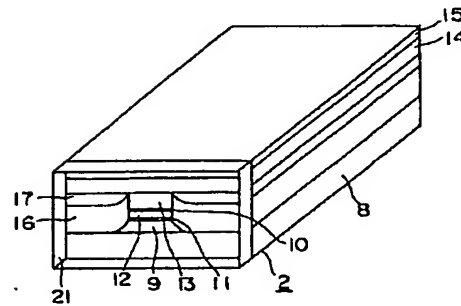
【符号の説明】

- | | |
|----|---------------------|
| 1 | 外部共振器型波長可変半導体レーザ装置 |
| 2 | ファブリペロー共振器型半導体レーザ素子 |
| 3 | コリメートレンズ |
| 05 | 4 回折格子 |
| 5 | 格子軸 |
| 6 | 回転軸 |
| 7 | 点線 |

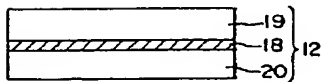
【図1】



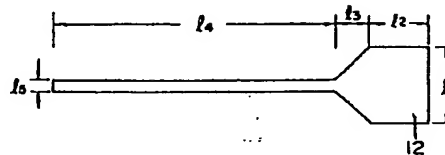
【図2】



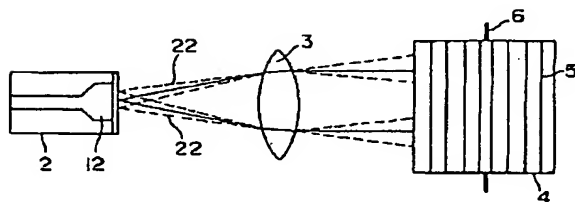
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

